

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2007 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

07734049      \*\*Image available\*\*

OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE, METHOD OF MANUFACTURING THE SAME, AND  
OPTOELECTRIC COEXISTING SUBSTRATE USING THE SAME

PUB. NO.:        2003-227951 [JP 2003227951 A]

PUBLISHED:      August 15, 2003 (20030815)

INVENTOR(s):    ONOUCHI TOSHIHIKO

APPLICANT(s):   CANON INC

APPL. NO.:       2002-027585 [JP 200227585]

FILED:           February 05, 2002 (20020205)

INTL CLASS:      G02B-006/122; G02B-006/13; H01L-025/16

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical waveguide device in which a guiding means for mounting an optical element which is optically connected to an optical waveguide sheet is preliminarily formed and an alignment job is dispensed with, to provide a method of manufacturing the optical waveguide, and to provide an optoelectric coexisting substrate using the method.

SOLUTION: The optical waveguide device includes a two-dimensional optical waveguide sheet 7 for optically transmitting and receiving a signal. Guiding means 8 and 9 are formed on the optical waveguide sheet 7 for installing and fixing optical elements 5 and 6 or an electric element at a prescribed attitude so that an electric circuit or an electro-optical circuit is built on the optical waveguide sheet 7.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

?

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-227951

(P2003-227951A)

(43)公開日 平成15年8月15日(2003.8.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	デマコト* (参考)
G 0 2 B 6/122		H 0 1 L 25/16	A 2 H 0 4 7
6/13		C 0 2 B 6/12	B
H 0 1 L 25/16			M

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2002-27585(P2002-27585)

(22)出願日 平成14年2月5日(2002.2.5)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 尾内 敏彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74)代理人 100086483

弁理士 加藤 一男

Fターム(参考) 2H047 KA02 LA09 MA07 PA02 PA26

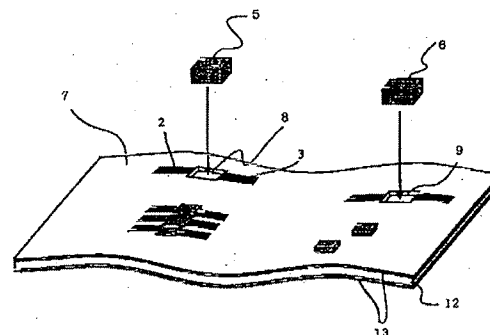
QA05

(54)【発明の名称】 光導波装置、その製造方法、およびそれを用いた光電気混載基板

(57)【要約】

【課題】光導波シートと光結合するように光素子を実装する等の為のガイド手段が予め形成されていて、アライメント作業を不要とした光導波装置、その製造方法、およびそれを用いた光電気混載基板である。

【解決手段】光導波装置は、光で信号の授受を行う為の2次元状光導波シート7を含む。光導波シート7には、光導波シート7上に電気回路或いは電気・光回路が構築できる様に光素子5、6或いは電気素子を所定の姿勢で設置、固定する為のガイド手段8、9が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光で信号の授受を行う為の光導波シートを含む光導波装置であって、該光導波シートには、該光導波シート上に電気回路或いは電気・光回路が構築できる様に光素子或いは電気素子を所定の姿勢で設置、固定する為のガイド手段が形成されていることを特徴とする光導波装置。

【請求項2】前記ガイド手段は、光素子を前記光導波シートと光結合できる位置に実装できる様なガイド穴であることを特徴とする請求項1記載の光導波装置。

【請求項3】前記光素子は面型光素子であることを特徴とする請求項2記載の光導波装置。

【請求項4】前記光導波シートの平面に対して所定の角度をなす方向に光の入出射をする為の光路交換手段を更に含み、該光導波シートのガイド手段に設置、固定される光素子が該光路交換手段を介して該光導波シートと光結合されることを特徴とする請求項2または3記載の光導波装置。

【請求項5】前記光路交換手段は、前記光導波シートの平面と垂直な方向に光の入出射をする為の光路交換手段であることを特徴とする請求項4記載の光導波装置。

【請求項6】前記光導波シートは上下クラッド層に挟まれたコア層から成り、前記光路交換手段はクラッド層に形成された突起物から成り、その形状を転写した形で形成されたコア層の部分によって、前記ガイド手段に設置、固定される発光素子からの出射光が伝搬されるか、もしくは該コア層を伝搬してきた光を前記ガイド手段に設置、固定される受光素子に入射させることを特徴とする請求項4または5記載の光導波装置。

【請求項7】前記光導波シートはエアクラッドのコア層から成り、前記光路交換手段はコア層形成の為の型に形成された突起形状を転写して作製されたコア層の部分から成り、該コア層の部分によって、前記ガイド手段に設置、固定される発光素子からの出射光が該コア層に伝搬されるか、もしくは該コア層を伝搬していた光を前記ガイド手段に設置、固定される受光素子に入射させることを特徴とする請求項4または5記載の光導波装置。

【請求項8】前記光路交換手段は、前記ガイド手段に設置、固定される光素子の機能部に対向して頂点を配した円錐形状或いは半球形状のミラーであり、該光素子から出射される光を前記光導波シート面と平行な面内で360度の全ての方向に反射して、光分配を行なうことを特徴とする請求項4乃至7の何れかに記載の光導波装置。

【請求項9】前記光路交換手段は、前記ガイド手段に設置、固定される光素子の機能部に対向して頂点を配した円錐形状或いは半球形状のミラーであり、前記光導波シート面と平行な面内で360度の全ての方向から伝搬してきた光を反射して該光素子に入射させることを特徴とする請求項4乃至7の何れかに記載の光導波装置。

【請求項10】前記光路交換手段は45度ミラーであり、

前記ガイド手段に設置、固定される光素子から出射される光を一定の方向に指向性を持って反射して、伝搬させることを特徴とする請求項4乃至7の何れかに記載の光導波装置。

【請求項11】前記光路交換手段は45度ミラーであり、或る一定の方向から伝搬してきた光を反射して、前記ガイド手段に設置、固定される光素子に入射させることを特徴とする請求項4乃至7の何れかに記載の光導波装置。

【請求項12】前記光路交換手段を用いて、前記ガイド手段に設置、固定される発光素子から前記光導波シート内の全体にブロードキャスト的に送信を行うことを特徴とする請求項8記載の光導波装置。

【請求項13】前記光路交換手段を用いて、前記ガイド手段に設置、固定される発光素子からの信号を前記光導波シート内の特定の領域に送信することを特徴とする請求項4乃至7および10の何れかに記載の光導波装置。

【請求項14】前記光路交換手段を用いて、前記光導波シート内のあらゆる送信源からの信号を前記ガイド手段に設置、固定される受光素子で受信することを特徴とする請求項9記載の光導波装置。

【請求項15】前記光路交換手段を用いて、特定の送信源からの信号を前記ガイド手段に設置、固定される受光素子で受信することを特徴とする請求項4〜7および11記載の光導波装置。

【請求項16】前記光導波シートの一部または全てには、前記ガイド手段に設置、固定される光素子間の特定のチャネル間の光送受信を行う為の3次元導波路が含まれることを特徴とする請求項1乃至15の何れかに記載の光導波装置。

【請求項17】前記ガイド手段は、電気素子を設置、固定して前記光導波シート上に電気回路を構築できる様なガイド穴であることを特徴とする請求項1記載の光導波装置。

【請求項18】前記光導波シート面上には、光素子を駆動する為のメタルパターンまたは電気配線をする為のメタルパターンが形成されていることを特徴とする請求項1乃至17の何れかに記載の光導波装置。

【請求項19】前記メタルパターンの端部が前記ガイド手段内に伸びていて、光素子または電気素子が前記ガイド手段に設置、固定されるときにその電極または端子が該メタルパターンの端部に電氣的に接続されることを特徴とする請求項18記載の光導波装置。

【請求項20】前記ガイド手段は、前記光導波シートに実装すべき光素子または電気素子の外形に合わせて嵌合する様に形成されたガイド穴であることを特徴とする請求項1乃至19の何れかに記載の光導波装置。

【請求項21】前記ガイド手段は、前記光導波シート上に実装すべき光素子または電気素子の外形に合わせた内壁と任意の大きさ、形状を持つ外壁から成るガイド穴であることを特徴とする請求項1乃至19の何れかに記載

の光導波装置。

【請求項22】前記光導波シートは上下クラッド層に挟まれたコア層から成ることを特徴とする請求項1記載の光導波装置。

【請求項23】前記光導波シートはエアクラッドのコア層から成ることを特徴とする請求項1記載の光導波装置。

【請求項24】請求項1乃至23の何れかに記載の光導波装置を電気回路基板に電氣的接続が得られるように実装し、該電気回路の信号の一部または全てを該光導波装置を用いた光信号の授受によって配線させて電子機器を動作させることを特徴とする光電気混載基板。

【請求項25】電氣的接続が得られるように前記光導波装置を電気回路基板に実装する場所が、LSIパッケージの上部であることを特徴とする請求項24記載の光電気混載基板。

【請求項26】前記光導波装置はフレキシブルであり、LSIや受動部品が実装された電気回路基板上の凹凸をほぼなぞるように実装されていることを特徴とする請求項24または25記載の光電気混載基板。

【請求項27】前記光導波装置と電気回路基板を少なくとも1層ずつ積層させ、該積層された光導波装置の一部または全てに貫通ビアを形成して各光導波装置の光素子の駆動の為の電気配線を電気回路基板と接続したことを特徴とする請求項24乃至26の何れかに記載の光電気混載基板。

【請求項28】請求項4記載の光導波装置の製造方法であって、光導波路のクラッド層に光路変換手段を作製する工程と、該クラッド層表面に樹脂を塗布することでコア層を形成する工程と、該コア層表面にさらに樹脂を塗布してクラッド層を形成する工程と、該クラッド層上に、該光路変換手段に対して所定の位置に光素子を実装する為のガイド手段と光素子を駆動する為の電気配線を形成する工程を少なくとも含むことを特徴とする光導波装置の製造方法。

【請求項29】請求項4記載の光導波装置の製造方法であって、光路変換手段の型を有する基板に樹脂を塗布することでコア層を形成する工程と、該コア層表面に、該光路変換手段に対して所定の位置に光素子を実装する為のガイド手段と光素子を駆動する為の電気配線を形成する工程と、該コア層を基板から剥がす工程を少なくとも含むことを特徴とする光導波装置の製造方法。

【請求項30】前記ガイド手段に、前記電気配線とコンタクトが取れるように光素子をフリップチップボンディングする工程を含むことを特徴とする請求項28または29記載の光導波装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気回路基板上の電気チップ間や電気回路基板相互間などにおいて信号を

光学的に接続する為の光導波シートを有する光導波装置、その製造方法、それを用いた光電気混載基板などに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータ、セルラ一電話やPDA(Personal Digital Assistant)に代表される携帯機器、デジタルAV(オーディオビジュアル)機器などの性能の飛躍的な向上により、その相互接続が、無線、有線を混合してあらゆる周波数帯で実現してきている。そのため、電気基板からの電磁放射ノイズ(Electromagnetic Interference: EMI)や外界からの電波混入に対する耐性(Immunity)、不完全接続による信号の乱れ(Signal Integrity: SI)などによるデジタル機器の誤動作に対する対策が急務となってきた。こうした電磁波問題については、製品出荷前に電波法の規制値をクリアすることが不可欠で、その対策の為の開発コストは年々増加してきており、基本的に電磁無誘導である光配線は、このボトルネックを根本から解消できるものとして期待されている。また、今後、家庭内にも高速接続環境が整備されるため、様々なグランド環境において高速電子機器を自由に接続しても、誤動作、ノイズ混入などを防ぐ必要があり、グランドに対して電氣的アイソレーションが簡単にできる光接続は有効な手段の1つである。

【0003】その為の光配線手段としては様々な方法が提案されている。例えば、図8に図示の特開2000-199827号公報に開示の光導波装置401では、図8(a)に示すように電気回路基板402上に光導波路411を形成して光素子421、431を搭載し、高速信号を光で接続できるようにしている。この場合、電気回路基板402は、一般に、電気配線403と絶縁体404の積層された多層配線板となっており、ガラスセラミック、アルミニウムナイトライド(AlN)、アルミナ( $Al_2O_3$ )などの無機材料からなるセラミック、FR-4などのガラスエポキシ樹脂、ポリイミドフィルムなど、各種材料で構成されている。その回路基板402上に、接着層408を介して、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、エポキシ樹脂、ポリイミドなどでコア454およびクラッド453、455を形成した光導波路411が貼り付けである。光素子421、431間の入出力は、導波路411端部に形成した45度ミラー411a、411bで光を反射させて行っている。光素子421、431やICチップ425、435などはハンダバンプBPを用いて表面に実装できるようになっている。また、IC425、435の各ポートに対して1つの光導波路が対応するため、図8(b)のように複数の矩形導波路411'が形成されている。尚、図8(b)において、451は透明基板、452は基板分離層、492は遮光膜である。

【0004】以上の従来例は電気回路基板内における電気チップ間の光接続の例であるが、特開平9-270751号公報や特開平10-206677号公報には、情報処理装置1100において複数の電気回路基板間のバス接続に光導波シート

を用いる方法が開示されている。その場合、図9に示すように、光導波シート1101と電気回路基板1120は独立して垂直に結合するようになっており、光素子1132、1142は電気回路基板1120の入出力ポート1130、1140に実装されていて、光導波シート1101とは45度ミラー1133sを介して結合するようになっている。この例では、光導波シート1101は2次元スラブ導波路になっており、積層方向で信号多重化するようになっている。この場合、2次元的に光結合するために面入射した光をあらゆる方向に拡散させるべく、図10のように円錐状の突起1219を光伝送層1212内に設けることも検討されている。尚、図9において、1123は電気回路、1131、1141は光素子用回路、1133は信号光入射部、1134は信号光出射部であり、図10において、1210は光バス、1213aと1213bは光伝送層1212の表面と裏面のクラッド層、1215は信号光入射部、1218は光拡散体、1270は信号光である。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来例において、光素子は、電気回路基板や光導波路に対して光を垂直に出入射させて結合するので、45度ミラーなどの光路変換手段が必要になる。そこで、効率良く光素子を光導波路と結合させるためには、アライメント作業あるいはアライメントの為にガイド部材等が必要になる。これは、光配線のコストアップにつながり、光導波路を電気回路と混載させる上で大きな障害となっている。

【0006】特に、図9のように多層の光導波シート1101に光結合させる場合には、発光点とシート1101までの高さがチャネルによって異なり、効率良くシート1101に入射させるためにはレンズなどの光学素子が必要になる。また、受光器1142を端面に配置すると実装や配線が複雑になってコストアップにつながる。

【0007】そこで、本発明の目的は、上記の課題に鑑み、光導波シートと光結合するように光素子を実装する等の為にガイド穴などのガイド手段が予め形成されていて、アライメント作業を不要とした光導波装置、その製造方法、およびそれを用いた光電気混載基板を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段および作用】上記目的を達成する本発明の光導波装置は、光で信号の授受を行う為の光導波シートを含む光導波装置であって、該光導波シートには、該光導波シート上に電気回路或いは電気・光回路が構築できる様に光素子或いは電気素子を所定の姿勢で設置、固定する為のガイド手段が形成されていることを特徴とする。本発明の光導波装置の構成においては、典型的には、光路変換する為の円錐状ミラー、半球状ミラー、45度ミラー、プリズム、グレーティングなどの光路変換手段を使って光導波路と光結合するように光素子を実装する為のガイド穴が予め形成されているので、アライメント作業を不要とできる。そのガイド穴に

は、光素子を駆動する為の電気配線が形成されていてもよく、電気コンタクトが取れるように導電接着剤等で接着すれば、素子駆動の為に電極が形成される。これにより、アライメントの為に特別な部品や機構は必要なく、量産性に優れた光配線の為の光実装体を提供できる。

【0009】上記基本構成に基づいて、以下の如きより具体的な態様が可能である。前記ガイド手段は、光素子を前記光導波シートと光結合できる位置に実装できる様なガイド穴などである。

【0010】前記光導波シートの平面に対して所定の角度（典型的には、垂直）をなす方向に光の入出射をする為の光路変換手段を更に含み、光導波シートのガイド手段に設置、固定される光素子が光路変換手段を介して光導波シートと光結合される様にもできる。より具体的には、基板あるいはクラッド層となる部材に光路変換手段となる突起物等を形成しておき、その上に導波コア層としてディップ法、キャスト法、スピンコート法などにより透明樹脂を形成する。そして、クラッド層を形成して、素子実装の為にガイド穴をホトリソグラフィとエッチングを使って、または、型形成、レーザ加工などを使って形成する。さらに、フリップチップ実装の為に電気配線も形成する。

【0011】光素子を光導波シートと光結合するには、典型的には光路変換手段を用いるが、ガイド手段により、光素子を傾斜姿勢などの所定の姿勢にしたり、光導波シート内に設置できる場合には、光路変換手段なしで光素子を光導波シートと光結合できる設計にもできる。

【0012】前記光路変換手段はクラッド層に形成された突起物から成り、その形状を転写した形で形成されたコア層の部分によって、ガイド手段に設置、固定される発光素子からの出射光が伝搬されるか、もしくはコア層を伝搬してきた光をガイド手段に設置、固定される受光素子に入射させる様にもできる。また、前記光路変換手段はコア層形成の為に型に形成された突起形状を転写して作製されたコア層の部分から成り、光路変換手段によって、ガイド手段に設置、固定される発光素子からの出射光が該コア層に伝搬されるか、もしくはコア層を伝搬していた光をガイド手段に設置、固定される受光素子に入射させる様にもできる。

【0013】前記光路変換手段は、ガイド手段に設置、固定される光素子の機能部中心に対向して頂点を配した円錐形状或いは半球形状のミラーであり、光素子から出射される光を光導波シート面と平行な面内で360度の全ての方向に反射して、光分配をすることもできる。また、光導波シート面と平行な面内で360度の全ての方向から伝搬してきた光を反射して光素子に入射させることもできる。こうして、この光路変換手段を用いて、ガイド手段に設置、固定される発光素子から光導波シート内の全体にブロードキャスト的に送信を行ったり、光導波シート内のあらゆる送信源からの信号をガイド手段に設

置、固定される受光素子で受信したりできる。

【0014】前記光路変換手段は45度ミラーであり、ガイド手段に設置、固定される光素子から出射される光を一定の方向に指向性を持って反射して、光伝搬をさせることもできる。また、或る一定の方向から伝搬してきた光を反射して、ガイド手段に設置、固定される光素子に入射させることもできる。こうして、この光路変換手段を用いて、ガイド手段に設置、固定される発光素子からの信号を光導波シート内の特定の領域に送信したり、特定の送信源からの信号をガイド手段に設置、固定される受光素子で受信したりできる。

【0015】前記光導波シートの一部または全てには、ガイド手段に設置、固定される光素子間の特定のチャネル間の光送受信を行う為の3次元導波路が含まれる様にもできる。2次元スラブ導波路が1層の場合には、基本的に信号多重は時分割すなわちシリアルパラレル変換することになるが、一部に3次元導波路も混在させて、必要なラインだけには各チャネルが独立したパラレル伝送を行うことも出来る。

【0016】前記ガイド手段は、抵抗、コンデンサ、集積回路(IC)などの電気素子を設置、固定して光導波シート上に電気回路を構築できる様なガイド穴である様にもできる。こうして、光導波装置を多様に利用可能にもできる。

【0017】前記光導波シート上には、光素子を駆動する為のメタルパターンまたは電気配線をする為のメタルパターンが形成され得る。この場合、典型的には、メタルパターンの端子がガイド手段内に伸びていて、光素子または電気素子がガイド手段に設置、固定されるときにその電極または端子が該メタルパターンの端子に電氣的に接続される。

【0018】前記ガイド手段は、前記光導波シートに実装すべき光素子または電気素子の外形に合わせて嵌合する様に形成されたガイド穴や、前記光導波シート上に実装すべき光素子または電気素子の外形に合わせた内壁と任意の大きさ、形状を持つ外壁から成るガイド穴であり得る。

【0019】更に、上記目的を達成する本発明の光電気混載基板は、上記の光導波装置を電気回路基板に電氣的接続が得られるように実装し、該電気回路の信号の一部または全てを該光導波装置を用いた光信号の授受によって配線させて電子機器を動作させることを特徴とする。

【0020】この基本構成において、前記光導波装置を電気回路基板に電氣的接続が得られるように実装する場所が、LSIパッケージの上部であったり、前記光導波装置はフレキシブルであり、LSIや受動部品が実装された電気回路基板上の凹凸をほぼなぞるように実装されたりする。光導波シート上に電気配線を混在させて、シートを曲げが可能なフレキシブルな構造体で構成する場合、LSIなどが実装された電気ボードの一部の配線を、本発

明の光実装体で電気・光混在で配線すれば、大きな設計変更もなく安価にEMI対策を行うことができる。

【0021】また、前記光導波装置を複数積層させ、該積層された光導波装置の一部または全てに貫通ビアを形成して各光導波装置の光素子の駆動の為の電気配線を電気回路基板と接続した構成にもできる。複数の信号配線を同時に行うには、この様に光導波装置を多層にして電気回路基板と集積させればよい。このとき、光素子および光路変換手段は光結合させるべき光導波シートに実装させ、多層光導波シートにビアを開けて導通する為の導電体を埋め込めば光素子駆動の為の電気配線を形成でき、図9の従来例の様に光ビームの広がりやを制御する為の光学素子を必要とせずに低コストな多層光電融合基板が提供できる。

【0022】更に、上記目的を達成する本発明の光導波装置の製造方法は、光導波路のクラッド層に光路変換手段を作製する工程と、該クラッド層表面に樹脂を塗布することでコア層を形成する工程と、該コア層表面にさらに樹脂を塗布してクラッド層を形成する工程と、該クラッド層上に、該光路変換手段に対して所定の位置に光素子を実装する為のガイド手段と光素子を駆動する為の電気配線を形成する工程を少なくとも含むことを特徴とする。あるいは、光路変換手段の型を有する基板に樹脂を塗布することでコア層を形成する工程と、該コア層表面に、該光路変換手段に対して所定の位置に光素子を実装する為のガイド手段と光素子を駆動する為の電気配線を形成する工程と、該コア層を基板から剥がす工程を少なくとも含むことを特徴とする。

【0023】これらの製造方法は、前記ガイド手段に、前記電気配線とコンタクトが取れるように光素子をフリップチップボンディングする工程を更に含む得る。

【0024】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を明らかにすべく、具体的な実施例を図面に沿って説明する。

【0025】(実施例1) 図1は実施例1による光導波装置の構成斜視図である。図1に示すように、本実施例の光導波シート7には、光源としてのLED、面発光レーザーなどの面射出型の発光素子5が実装される為とその外形と嵌合するように作られたセルアライメント用のガイド穴8が形成されている。光導波シート7上には、ガイド穴8内に端部が延びている金属配線2、3も形成されていて、発光素子5がガイド穴8内に設置されるときに該端部と発光素子5の電極がコンタクトを取って素子駆動を行える様になっている。

【0026】面型発光素子5が実装されるガイド穴8の下方の光導波シート7の部分には、光路変換を可能とするミラー(図1では不図示であるが、後記される)が予め形成してあり、ガイド穴8に発光素子5を実装すれば、該発光素子5とミラーとの位置合わせ及び発光素子

5の出射光の光導波シート7への光入射ができるようになっていて、ここでは、円錐形状の45度ミラーとして、シート7の面内方向全体に発光素子5からの出射光が光入射できるようにし、2次元スラブ導波路を構成したシート7全体に送信光を伝搬させられる。

【0027】一方、他のガイド穴9とこれの下方にある光路変換手段(円錐形状の45度ミラー)も同様に形成されていて、このガイド穴9に光検出器6を実装したときは、光導波シート7を伝搬して来る全方位からの光を該光路変換手段で上方に出射して、光検出器6で受光できる。

【0028】光導波シート7は、加工の容易性などから透明ポリマーを用いて形成している。これは、屈折率の異なる材料を組み合わせてコア層12(屈折率の比較的大きい部分)と上下クラッド層13(屈折率の比較的小さい部分)を構成し、全体の厚さを数100 $\mu$ m程度にすることで、折り曲げなどが自由な2次元的なフレキシブルなシートにすることができる。ここでは、屈折率が1.59のポリカーボネートZを厚さ100 $\mu$ mのコア層12に用い、屈折率が1.53のアートンを厚さ100 $\mu$ mのクラッド層13に用いたが、材料や厚さはこれらに限らない。光導波シート7の各端面部は、好適には、ここで光が反射して光素子に悪影響を及ぼさない様に、光吸収部や光を散乱する粗面やテーパー形状、無反射コーティング付きなどになっている。

【0029】光導波シート7に形成した光路変換手段は、クラッド材料を射出成形または加熱加圧などで加工した上に、コア材料をディップ法、キャスト法、塗布法などで形成することで作製される。

【0030】光源5および光検出器6の実装においては、シート7上に形成した金属配線2、3とコンタクトを取るようにフリップチップボンディングを行うので、Agペーストやクリームハンダなどを印刷あるいはディスペンサで所定個所に塗布してから、光素子5、6をガイド穴8、9に挿入して150℃程度で加熱することで接着する。

【0031】電気配線2、3は、アルミ、銅などの金属配線である。その作製には、真空蒸着とリソグラフィ技術により、Al、Cu、Ag、Au等の配線パターンを形成する手法が挙げられる。他にも、Cu、Ag、Au等の導電性ペーストをスクリーン印刷法で基材上に印刷して回路導体パターンを形成した後、導電性ペーストを焼成したり硬化させて回路導体を形成することが挙げられる。また、電解銅箔等の金属箔を積層し、所望のパターンに形成されたエッチングレジストを用いて該金属箔を化学エッチングすることにより、回路導体パターンを形成する手法などもある。さらに、ポリマー導波路と熱膨張係数や弾性係数などの点でマッチングのよい導電性ポリマーを配線に用いても良い。

【0032】図1では、実装後の光素子5、6の一部が

光導波シート7の表面よりも若干上に出た形となっているが、光素子の厚さとガイド穴8、9の深さによっては完全に埋め込むこともできる。更には、光素子の発光部或いは受光部がコア層12内に来るまで光素子を埋め込む様にガイド穴を形成してもよい。この場合は、光路変換手段なしで光素子と光導波シート7を光学的に結合できることもある。このときには、リングレーザや球形デバイスをを用いて、シート7の面内方向全体に発光素子5からの出射光を伝搬させたり、光導波シート7を伝搬して来る全方位からの光を光検出器6で受光できたりできる。また、光素子を傾斜姿勢で設置できる様にガイド穴を形成して、光路変換手段なしで光素子と光導波シート7を光学的に結合できることもある。この様な方法で、光素子を光導波シート7に実装することにより、アライメント精度は必要なく、生産性の高い光導波装置を実現できる。

【0033】発光素子としては、例えば、GaAs/AlGaAs MQW活性層、1波長共振器を形成するスペーサ層、及びAlAs/AlGaAs DBRミラー(活性層の両側にある)がGaAs基板上にMOCVD等の結晶成長方法を用いて形成される面発光レーザ(VCSL)などがある。上記球状デバイスは、球面上に形成される電極の形状で光放射態様や受光態様を設定でき、球状Si基板上にクラッド層で挟まれた活性層を形成して構成される。受光素子としては、Si PIN フォトダイオード(PD)などが用いられ得る。

【0034】ここでは、光導波シート7として2次元スラブ導波路を用いている。従って、光源5からの光をコーンミラーを用いて入射させた場合は、1つの光源からの光は全てのポイントまで伝搬でき、光検出器6をどこに置いてもその情報が読み出せることになる。一方で、多ビットの同時転送には適用できないので、シリアル信号に変換することになる。しかしながら、EMI対策の必要な信号線のみをこの光シート7で対応させるような回路デザインを構築することで、高機能な光電融合基板が実現できる。図1には複数の光素子の配置の一例が図示されている。

【0035】次に、図2に沿って、本実施例の光導波装置の作製工程を説明する。図2は光路変換手段のあるところの断面図を示しており、便宜上2つが描かれているが、実際には図1のように任意の場所に設置することができる。図2(a)において、型を用いた射出成形などで、頂角90度の円錐状の突起21による光路変換機能を備えたクラッド材20を作製する。この突起21は、型成形以外にも、平坦なクラッド材を加熱して型を押し付けて後加工したり、平坦なクラッド材に突起物を接着したり、あるいは局所的にメッキして作製したものでもよい。この突起21の表面には光の反射体19として、たとえばAl、Au、Agなどを成膜する。なお、突起21が金属めっきで作製されている場合には、その表面をそのままミラーとし

て用いることができる。

【0036】次に、図2(b)において、コア層22、クラッド層23をディップ法により形成する。これらの層の形成はスピンコートやキャスト法などで行われてもよい。図2(c)において、クラッド層23に光素子を実装する為のガイド穴26を円錐状突起21にアライメントして加工し、素子との電極コンタクトの為の金属配線24、25を図示のように形成する。穴加工には、ホトリソグラフィとエッチング、または型の押し付けやレーザ穴加工などを用いる。ガイド穴26の深さはここではコア層22までとしているが、クラッド層23の途中まででもよいし、コア層22内まで達してもよい。場合に応じて選択すればよい。

【0037】図2(d)において、光素子27をガイド穴26内に嵌め込むようにフリップチップ実装する。その際、Agペーストやクリームハンダなどの導電体29、30により、金属配線24、25と光素子27の電極31、32とのコンタクトを得る。ここでは、円錐状の突起21の頂点を通る中心線が光素子27の機能部28の中心に合う様に、円錐状の突起21やガイド穴26が形成されている。以上により、符号33に示すような光伝搬をさせて、2次元導波シートを媒体とした信号の授受を行なえる光導波装置が実現できる。本実施例では円錐形状の光路変換機能を用いているが、半球状や、多角錐状もしくは45度ミラーにしてもよい。

【0038】次に、このような光導波シートを電気回路基板で使用した例を図3に示す。図3は、携帯電話に代表される小型携帯機器の電気回路基板63の断面図である。基板63は、多層ビルドアップになっており、電気配線66やビアホール(via-hole)65が高密度に形成されている。符号64は無線通信を行う為のRF回路部であり、電磁干渉を避けるためにシールドカバーで覆われている。従来、RF回路部から信号線を引き出す場合、信号線の長さによってはアンテナになってしまい、コモンモードノイズ輻射のために、自身の回路の誤動作を引き起こしたり、電波法の規格をクリアするために多大の設計時間を要していた。

【0039】ここでは、本発明による光導波シート60を用いて信号配線すると、アンテナが形成されないために、不要輻射を大幅に低減することができる。光配線する為の入出力端子をLSI 62、67などのパッケージ上部に設けて、この端子と、上で説明した光導波装置表面の光素子68駆動用の電気配線とのコンタクトを取るように実装すればよい。

【0040】本実施例により、電気回路基板の設計変更を最小限にして本発明の光導波装置を実装することができるので、コストアップすることなくEMC(Electromagnetic Compatibility)対策を行うことが可能である。

【0041】ところで、上記ガイド穴には、光素子以外にも、電気配線を単に繋ぐ導電体、電気回路を形成する電気素子である抵抗、コンデンサやICなどを嵌め込んで

別の用途に使用することもできる。更には、単なる駒部材を嵌め込んで断線状態に置くこともできる。また、ガイド穴には単一のデバイスに限らず、レーザアレイの如き複数のデバイスが嵌め込まれてもよい。電気配線も、それに応じた数の端部がガイド穴内に伸びていてもよい。この場合、各素子が来る個所に対応して円錐状ミラーなどの光路変換手段を光導波シート内に形成しておいてもよい。

【0042】(実施例2) 実施例1では、クラッド層に光路変換手段となる突起物を形成していたが、本実施例では、光導波シートを単純な構造にするために、コア層そのものに突起形状を転写し、クラッド層を極力薄く若しくはコア層のみとする構造に係るものである。

【0043】図4に示すように、コア層41の形成には、突起形状42を持つ型40上に透明樹脂として例えばポリカーボネートZをディップ法またはスピンコートなどで塗布する。型40とは反対側の表面には、実施例1と同様に光素子駆動用の電気配線44を形成し、さらに感光性樹脂などで光素子46用のガイド枠45を形成する。この感光樹脂としては、ポリイミド系として旭化成製のPIMEL、エポキシ系としてMicroChem社のSU-8などを好適に用いることができる。

【0044】本実施例では、コア層41として厚さ100 $\mu$ mとし、ガイド枠45として厚さ50 $\mu$ mとし、厚さ100 $\mu$ m程度まで研磨した光素子46を、その電極48が配線44とコンタクトが取れるように実施例1と同様にAgペーストなどで接着する。

【0045】その後、型40からシート41を剥がすことで光導波装置を提供することができる。必要であれば、クラッド材を両面もしくは片面に薄くコーティングしてもよい(不図示)。この薄いクラッド材は、コア保護用のものか、コア層41の表面をより滑らかにしてクラッド層なしの場合に比べてエアクラッドをもつシート41の光伝播性能を向上させるものである。本実施例では、光路変換手段である反射ミラーは凹部43で形成されたコア層41と空気の界面で形成されている。この構成は、光の入射ロスや伝搬ロスは若干あるものの、非常に簡便な構造で生産性に優れているので、低コストな光配線を実現するのに適している。もちろん、実施例1と同様に凹部43表面に金属反射体などを形成してもよい。

【0046】以上により、符号49に示すような光伝搬をさせて、2次元導波シート41を媒体とした信号の授受を光素子46の機能部47間で行なえる光導波装置を実現できる。

【0047】本実施例では、光導波装置を薄くフレキシブルに作製できるため、図5のようにRF回路36、電気配線34、ビア配線35を備えた電気回路基板37上で、フレキシブルプリント回路(FPC)のように、LSI38の隙間を縫うように実装することができる。この様な実装では、電気回路基板37の設計変更なしに追加配線することができ、



コストアップすることなくEMC対策を行うことが可能である。上で説明した光路変換手段51と光素子52を有する光導波装置50上の電気配線は、携帯機器の電気回路基板37の電気配線34にアライメントされて直接フリップチップボンディング実装されており、簡単に光・電気の混載基板を形成することができる。

【0048】必要に応じて光導波シート50上に電気配線39や電気素子チップ53を実装してもよい。すなわち、光導波シートそのものが光電気混載基板となり得る。

【0049】ここでは、光導波シート50をフレキシブル配線板として使う例を示したが、コア層を1mm程度の厚さで射出成形して、リジット基板として用いることも勿論可能である。その他の点は実施例1と同じである。

【0050】(実施例3) 上記の実施例では単層の光導波シートの例を述べてきたが、本実施例は図6に示すように多層構造にした例に係る。多層にすることで、多ビットの同時光配線が可能となる。

【0051】図6において、73は多層電気回路基板であり、ビア配線74、電気配線79が形成され、基板表面にはLSI70が実装されている。

【0052】本実施例では、光導波装置は電気回路基板73にサンドイッチされる形で中心部に形成されている。光導波装置は4層のコア層76およびこれを挟む5層のクラッド層77から成っている。そして、光配線する上で必要な位置に光路変換手段71および光素子78が実施例1や実施例2と同様な方法で作製、実装され、これらを備える光導波シートを積層することで光導波装置が形成されている。光素子78を駆動するために、電気回路基板73と同様に、光導波装置内にビアホールを設けて、めっきまたは銅ペーストなどで埋めることで、ビア配線72が形成されている。ビアホールの形成としてはレーザ加工が最も簡単であり、各導波シートをアライメントして積層化したときに貫通孔ができるように、予め各光導波シート層の必要なところに穴を空けておけばよい。また、光導波装置の面内配線のためにクラッド層77内に電気配線75を設けることもできる。

【0053】近年の電気配線だけによるビルドアップ基板では、高速信号の伝達配線において、近接配線に起因するクロストークノイズや、インピーダンス不整合による反射などによる信号劣化や、その結果として生じる電磁放射ノイズの対策が問題になっている。高速信号の伝達部分に本実施例によるビルドアップ基板対応の多層光導波装置を用いることで、これらを解決できる。

【0054】本実施例では、光導波装置が電気回路基板73にサンドイッチされる形であったが、片面だけに電気回路基板がある形、あるいは光導波装置と電気回路基板が交互に複数層スタックされた形のものでもよい。

【0055】(実施例4) 今までの実施例では、円錐状ミラーである光路変換手段を用いて2次元スラブ状光導波シート全体に光を伝搬させるものであったが、45度ミ

ラーで、或る一定方向のみに光を出射させて1対1伝送を行なう様にしてもよい。この場合、光源として面発光レーザを用いれば、これは指向性が高い(放射角が10度以下)ので、2次元光導波シートであっても、通常の回路基板の規模(10cm前後)では特定の光検出器の方向に向けて送信することが可能である。同様に受光素子の光路変換手段も45度ミラーにしてもよい。

【0056】本実施例の構成によれば、2次元導波シート全体に伝搬させる光と指向性のある光を混在させて、光パワーの大きさ、受光のタイミングなどにより光検出器側で伝搬光を識別、分離して検出することも可能である。すなわち、指向性を持たせて光を伝搬させる場合には光パワーロスが少ないので、2次元全体に光を伝搬させる場合に比較して、光検出器への到達パワーは大きい為に、これを利用して伝搬光を識別、分離して検出できる。また、指向性のある場合には、伝送距離によっても光パワーが異なるので、受信位置による信号の識別、分離も可能となる。

【0057】(実施例5) 図7に示す本発明による実施例5は、2次元スラブ導波路のみでなく、横方向の閉じ込め構造をも持つ3次元導波路を混在させた光導波シート87を適用したものである。1対1の伝送を行うには、図7に示したように横方向の閉じ込め構造をも持つ3次元導波路を混在させることも有効である。その様子を図7に示す。決められた光素子85、86間の結線だけは3次元導波路88で結ばれて、光導波シート87全体には光が広がらないようになっている。この導波路88に光を入射させる場合の光素子の光路変換手段は、実施例4のような45度ミラーのものが好適であるが、実施例1、2のような2次元全体に結合させるもので一部を3次元導波路88に入射させることもできる。

【0058】この構成では、2次元スラブ導波路を介しても発光素子と受光素子間で信号光の送受信ができる。このとき、この光が3次元導波路88にクロストークを発生する可能性があるが、その光レベルは弱いので、光素子85、86間の3次元導波路88を介する伝搬光は光検出器側で分離して検出できる。

【0059】3次元導波路パターンの形成には、例えばポリカーボネートZの場合は、モノクロロベンゼンにモノマーも同時に混入させ、塗布した後に図7のパターンを形成したホトマスクで露光を行い、光照射させた領域のみに架橋が起こってポリマー化することを利用する。すると、ポリマー化した部分のみの屈折率が高くなり、3次元導波路88が形成される。

【0060】3次元導波路88の形成の仕方には、このようなパターンニングによる方法以外にも、加熱して型を押し付けて光導波シート87表面に凹凸をつけ、凸部分を3次元導波路88とする方法もある。本実施例の場合、パALLEL伝送が必要となる場合には好適となる。その他の点は実施例1と同じである。

【0061】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電磁ノイズ対策等に用いられる光導波装置においては、光導波シートのガイド手段に光素子を実装する時にはアライメントの必要はなく、光導波シートの加工も非常に簡単なので、量産性に優れた光導波装置を提供できる。また、このガイド手段には、電気素子などの他の部材を設置することもでき、光導波装置上に柔軟に電気回路を形成するのにも利用できる。

【0062】光導波シート上に電気配線を混在させて曲げが可能なフレキシブルな構造体で構成することもでき、例えば、LSIなどが実装された電気ボードの一部の配線にこの光導波シートを使用して光電気混載基板とすることで、大きな設計変更もなく安価にEMI対策を行うこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施例1の光導波装置の斜視図である。

【図2】本発明による光路変換手段を有する光導波装置の作製方法を示す断面図である。

【図3】本発明による光導波装置を電気回路と混載させた構成の実施例を示す断面図である。

【図4】本発明による実施例2の光導波装置の断面図である。

【図5】本発明による光導波装置を電気回路と混載させた他の構成の実施例を示す断面図である。

【図6】本発明による多層光導波装置と電気回路を混載させた構成の実施例を示す断面図である。

【図7】本発明による3次元導波路を混載した光導波装置の実施例を示す斜視図である。

【図8】3次元導波路を用いた光導波装置の従来例を示す図である。

【図9】2次元導波シートを用いた光導波装置の従来例を示す図である。

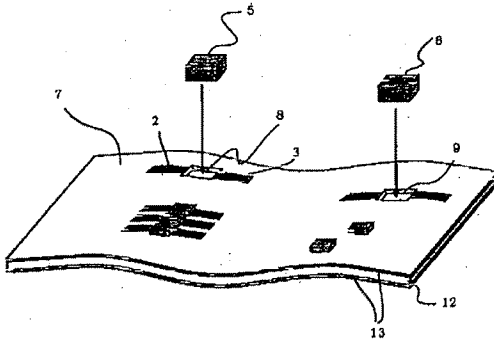
【図10】2次元導波シートに光結合する為の装置の従来例を示す図である。

【符号の説明】

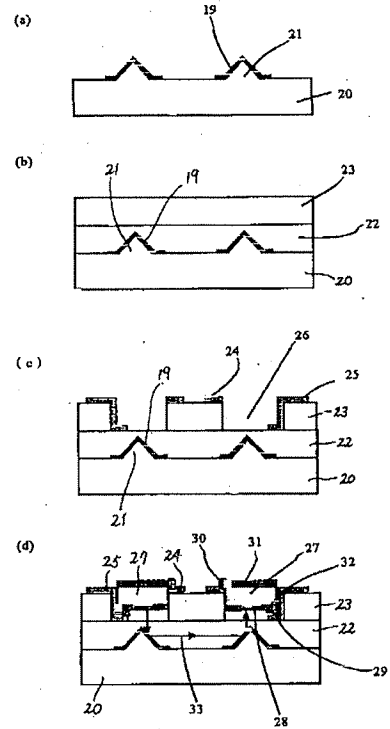
2、3、24、25、39、44、75、86…シート  
上電気配線  
5…発光素子  
6…受光素子  
7…光導波シート  
8、9、26…ガイド穴  
12、22、41、76…コア層  
13、20、23、77…クラッド層  
19…反射体

21、43、51、61、71…光路変換手段  
27、46、52、68、78、85…光素子  
28、47…受発光部（機能部）  
29、30…導電接着体  
31、32、48…電極  
33、49…光路  
34、66、79…電気配線  
35、65、72、74…ビア配線  
36、64…RF回路部  
37、63、73…電気回路基板  
38、62、67、70…LSI  
40…型基板  
42…光路変換手段用突起部  
45…ガイド棒  
50、60、87…光導波装置  
53…回路素子  
88…3次元光導波路  
401…光導波装置  
402…多層配線基板  
403…電気配線  
404…絶縁体  
406…接着層  
411、411'…光導波路  
411a、411b…傾斜面  
421…受光素子  
431…発光素子  
425、435…ICチップ  
451…透明基板  
452…基板分離層  
492…遮光膜  
1100…情報処理装置  
1101…光バス  
1120、1120a、1120b、1120c…回路基板  
1130…信号光入射端  
1133…信号光入射部  
1133a…傾斜面  
1134…信号光出射部  
1140…信号光出射端  
1210…光バス  
1212…光伝送層  
1213a、1213b…クラッド層  
1270…信号光  
1218…光拡散体  
1219…光路変更部  
1215…信号光入射部

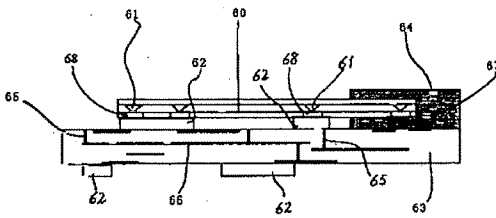
【図1】



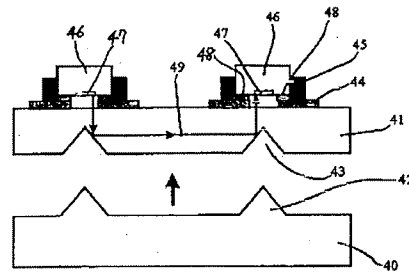
【図2】



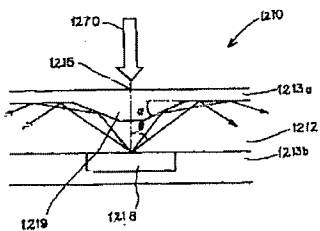
【図3】



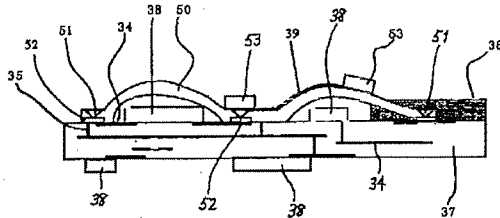
【図4】



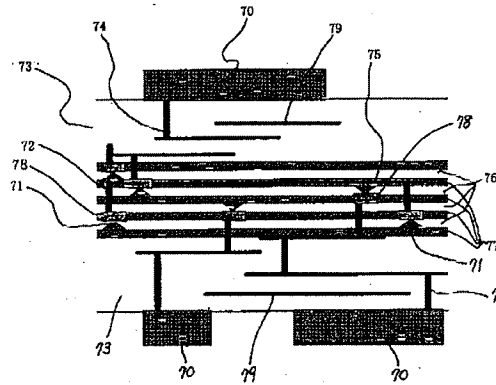
【図10】



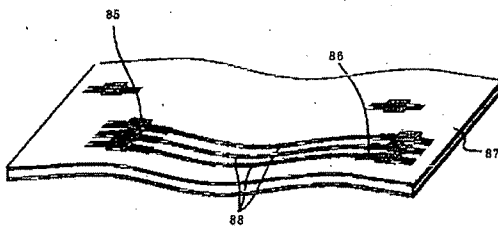
【図5】



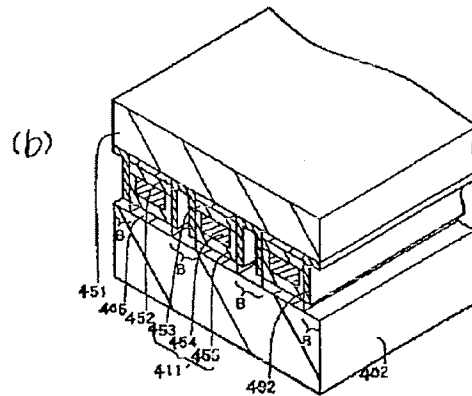
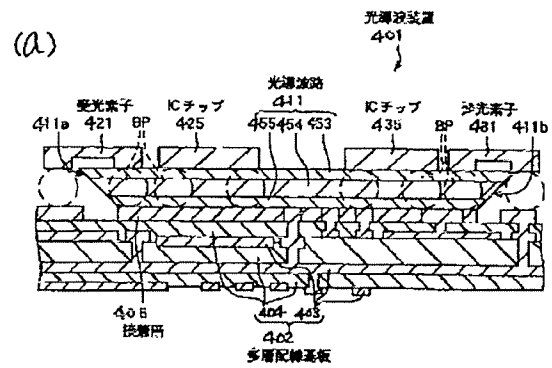
【図6】



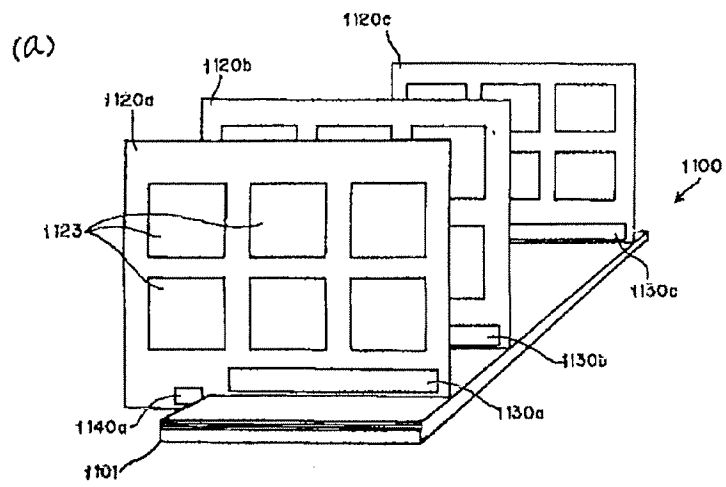
【図7】



【図8】



【図9】



(b)

